

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-165344

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl. H04J 11/00  
H04B 3/10

(21)Application number : 10-336109

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 26.11.1998

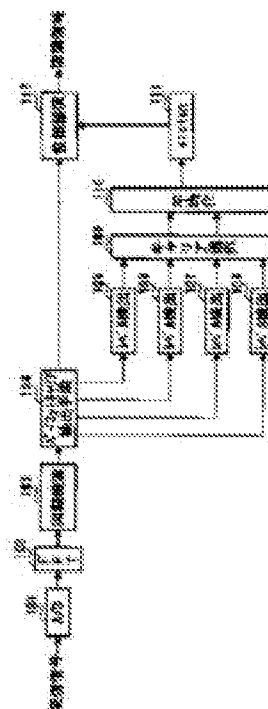
(72)Inventor : SUDO HIROAKI  
IMAMURA DAICHI  
ISHIKAWA KIMIHIKO

### (54) OFDM COMMUNICATION UNIT

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain accurate phase compensation even under an environment where frequency selective fading takes place.

SOLUTION: A pilot carrier extract means 104 extracts a pilot carrier from a received signal and divides it into each carrier, level detectors 105-108 detect a reception level of each pilot carrier, and a carrier selector 109 outputs reception levels of carriers other than the pilot carrier whose reception level is decreased due to the effect of frequency fading or the like to an averaging device 110, which applies averaging processing to the reception levels, an arc tangent arithmetic unit 111 calculates a phase rotation amount of the received signal on the basis of the received levels and a phase compensation device 112 applies phase compensation to the received signal on the basis of the phase rotation amount.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A pilot carrier extraction means to extract two or more pilot carriers out of an input signal of a signal by which wireless transmission was carried out with an OFDM system, A level detection means which detects each receiving level of this extracted pilot carrier, A career or a career selecting means which chooses a career with a large receiving level relatively in which a receiving level exceeds arbitrary thresholds out of said two or more pilot carriers, An OFDM communication device possessing a phase rotation calculating means which computes phase rotation of said input signal based on a receiving level of this selected career.

[Claim 2] The OFDM communication device according to claim 1, wherein it has an equalizing section which equalizes a receiving level of a career selected by said career selecting means and said phase rotation calculating means computes phase rotation of said input signal based on average value of this receiving level.

[Claim 3] The OFDM communication device according to claim 1, wherein said career selecting means divides said extracted pilot carrier into a several units predetermined career and chooses a career with the largest receiving level in each of this several units career, respectively.

[Claim 4] An OFDM communication device comprising:

A pilot carrier extraction means to extract two or more pilot carriers out of an input signal of a signal by which wireless transmission was carried out with an OFDM system.

A level detection means which detects each receiving level of this extracted pilot carrier.

A weighting means which performs weighting according to a size of each receiving level to a receiving level for this every detected career.

A phase rotation calculating means which computes phase rotation of said input signal based on this receiving level by which weighting was carried out.

[Claim 5] A base station device possessing the OFDM communication device according to any one of claims 1 to 4.

[Claim 6] A communication terminal device possessing the OFDM communication device according to any one of claims 1 to 4.

[Claim 7] Two or more pilot carriers are extracted out of an input signal of a signal by which wireless transmission was carried out with an OFDM system, Detect each receiving level of this extracted pilot carrier, and a receiving level chooses a career with a large receiving level as a career or a relative target which exceeds arbitrary thresholds from said two or more pilot carriers, A phase rotation calculating method of an OFDM communication device computing phase rotation of said input signal based on a receiving level of this selected career.

[Claim 8]Two or more pilot carriers are extracted out of an input signal of a signal by which wireless transmission was carried out with an OFDM system, Detect each receiving level of this extracted pilot carrier, and weighting according to a size of each receiving level is performed to a receiving level for this every detected career, A phase rotation calculating method of an OFDM communication device computing phase rotation of said input signal based on this receiving level by which weighting was carried out.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]Especially this invention relates to an OFDM communication device in a mobile communications system, and a phase rotation calculating method for the same about an OFDM communication device.

[0002]

[Description of the Prior Art]Hereafter, the conventional OFDM communication device is explained using drawing 5 from drawing 4. Drawing 4 is an important section block diagram showing the outline composition of the receiving system of the conventional OFDM communication device.

Drawing 5 is a mimetic diagram showing the outline composition of OFDM transmission and reception signals.

[0003]In the conventional OFDM communication device, an input signal is changed into a digital signal by A/D converter 401, FFT processing is carried out by FFT circuit 402, and synchronous detection is performed by the synchronous detector 403.

[0004]As an input signal is shown in drawing 5, the pilot carrier for performing phase compensation other than the pilot symbol arranged at the head of a signal for symbol synchronization establishment to an input signal is contained. Here, as shown in drawing 5, it is considered as 4 career \*\* rare \*\*\*\*\* thing.

[0005]The input signal with such composition by the pilot carrier extraction means 404. A predetermined output is made for every bit and the bit of the pilot carrier which are eyes most is outputted to the level detector 405, Like the following the bit of the second pilot carrier to the level detector 406. The bit concerning [ bit / of the third pilot carrier / the fourth pilot carrier ] bits other than a pilot carrier, i.e., the user data in an input signal, to the level detector 408 in the level detector 407 is outputted to the phase compensator 411, respectively.

[0006]A receiving level is detected for every career by the level detectors 405-408, and, as for the pilot carrier inputted into the separate level detector for every career, the average value of the receiving level of all the pilot carriers is computed with the equalization machine 409.

[0007]To the average value of the receiving level of all the pilot carriers which are the outputs of the equalization machine 409, by the arc tangent computing unit 410, an arc tangent operation is performed and the phase rotation of an input signal is obtained.

[0008]As for the remainder of the input signal from which the pilot carrier was separated by the pilot carrier extraction means 404, i.e., user data, phase compensation according to the phase rotation which is an output of the arc tangent computing unit 410 is performed by the phase compensator 411.

[0009]Thus, the conventional OFDM communication device computes the phase rotation of an

input signal from the average receiving level of the pilot carrier inserted in the sending signal.  
[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, there are the following problems in the conventional OFDM communication device. That is, under frequency selective fading, since only specific frequency is influenced by phasing, a receiving level does not fall by the whole circuit, but it is possible that only the receiving level of one of pilot carriers falls greatly under the influence of phasing. In such a case, if the average value of the receiving level of all the pilot carriers is taken, since a computed result is dragged by the receiving level of the career which fell greatly, the detecting accuracy of a receiving level will fall, and also the detecting accuracy of the phase rotation of an input signal will fall.

[0011]This invention is made in view of this point, and is a thing.

The purpose is to provide an OFDM communication device which can compute exact phase rotation even in the bottom, and a phase rotation calculating method for the same.

[0012]

[Means for Solving the Problem]A pilot carrier in which, as for a main point of this invention, a receiving level fell remarkably under the influence of frequency selective fading etc. is raising calculation accuracy of phase rotation by not using for phase rotation calculation.

[0013]

[Embodiment of the Invention]The OFDM communication device concerning the 1st mode of this invention, A pilot carrier extraction means to extract two or more pilot carriers out of the input signal of the signal by which wireless transmission was carried out with the OFDM system, The level detection means which detects each receiving level of this extracted pilot carrier, The career or the career selecting means which chooses a career with a large receiving level relatively in which a receiving level exceeds arbitrary thresholds out of said two or more pilot carriers, The composition possessing the phase rotation calculating means which computes the phase rotation of said input signal based on the receiving level of this selected career is taken.

[0014]In order to compute the phase rotation of an input signal based on the receiving level of the career with which the receiving level has not fallen among pilot carriers according to this composition, Even when only one of pilot carriers has fallen remarkably by frequency selective fading, the phase rotation of an input signal can be computed correctly, without receiving the influence.

[0015]The OFDM communication device concerning the 2nd mode of this invention has an equalizing section which equalizes the receiving level of the career selected by said career selecting means in the 1st mode, and said phase rotation calculating means takes the composition which computes the phase rotation of said input signal based on the average value of this receiving level.

[0016]In order to compute the phase rotation of an input signal from the average value of the receiving level of the career with which the receiving level has not fallen among pilot carriers according to this composition, Even when only one of pilot carriers has fallen remarkably by frequency selective fading, the phase rotation of an input signal can be computed correctly, without receiving the influence.

[0017]In the 1st mode, said career selecting means divides said extracted pilot carrier into a several units predetermined career, and the OFDM communication device concerning the 3rd mode of this invention takes the composition which chooses a career with the largest receiving level in each of this several units career, respectively.

[0018]Since the career with which the receiving level has fallen among pilot carriers simply is excludable from phase rotation calculation of an input signal according to this composition, a device can be simplified.

[0019]A pilot carrier extraction means by which the base station device concerning the 4th mode of this invention extracts two or more pilot carriers out of the input signal of the signal by which wireless transmission was carried out with the OFDM system, The level detection means which detects each receiving level of this extracted pilot carrier, The composition possessing the weighting means which performs weighting according to the size of each receiving level to this detected receiving level for every career, and the phase rotation calculating means which computes the phase rotation of said input signal based on this receiving level by which weighting was carried out is taken.

[0020]According to this composition, the influence of the receiving level of the career with which the receiving level has fallen among pilot carriers is small, In order to compute the phase rotation of an input signal after the influence of the receiving level of the career with which the receiving level has not fallen was great and making it reflected, Even when only one of pilot carriers has fallen remarkably by frequency selective fading, the phase rotation of an input signal can be computed correctly, without receiving the influence.

[0021]The base station device concerning the 5th mode of this invention takes the composition possessing the OFDM communication device in either of the 1st mode to the 4th mode.

[0022]According to this composition, since the influence by frequency selective fading is removable, line quality can be kept good.

[0023]The communication terminal device concerning the 6th mode of this invention takes the composition possessing the OFDM communication device in either of the 1st mode to the 4th mode.

[0024]According to this composition, since the influence by frequency selective fading is removable, line quality can be kept good.

[0025]The OFDM correspondence procedure concerning the 7th mode of this invention, Two or more pilot carriers are extracted out of the input signal of the signal by which wireless transmission was carried out with the OFDM system, Detect each receiving level of this extracted pilot carrier, and a receiving level chooses a career with a large receiving level as the career or relative target which exceeds arbitrary thresholds from said two or more pilot carriers, The phase rotation of said input signal was computed based on the receiving level of this selected career.

[0026]In order to compute the phase rotation of an input signal based on the receiving level of the career with which the receiving level has not fallen among pilot carriers according to this composition, Even when only one of pilot carriers has fallen remarkably by frequency selective fading, the phase rotation of an input signal can be computed correctly, without receiving the influence.

[0027]The OFDM communication device concerning the 8th mode of this invention, Two or more pilot carriers are extracted out of the input signal of the signal by which wireless transmission was carried out with the OFDM system, Each receiving level of this extracted pilot carrier is detected, weighting according to the size of each receiving level is performed to the receiving level for this every detected career, and the phase rotation of said input signal was computed based on this receiving level by which weighting was carried out.

[0028]According to this composition, the influence of the receiving level of the career with which the receiving level has fallen among pilot carriers is small, In order to compute the phase

rotation of an input signal after the influence of the receiving level of the carrier with which the receiving level has not fallen was great and making it reflected, Even when only one of pilot carriers has fallen remarkably by frequency selective fading, the phase rotation of an input signal can be computed correctly, without receiving the influence.

[0029]Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail with reference to Drawings.

[0030](Embodiment 1) The OFDM communication device concerning this embodiment equalizes only two carriers with a high receiving level among four pilot carriers, and computes phase rotation.

[0031]Hereafter, the OFDM communication device concerning this embodiment is explained using drawing 1. Drawing 1 is an important section block diagram showing the outline composition of the OFDM communication device concerning the embodiment of the invention 1.

[0032]In drawing 1, A/D converter 101 changes an input signal into a digital signal, the Fast Fourier Transform (FFT) machine 102 performs FFT processing to the input signal changed into the digital signal, and the synchronous detector 103 performs synchronous detection processing to the input signal after FFT processing.

[0033]The pilot carrier extraction means 404 the input signal after synchronous detection processing for every bit A predetermined output, Namely, most the bit of the pilot carrier of eyes to the level detector 105. It passes through the bit of the second pilot carrier level detector 106, and the fourth pilot carrier outputs the bit of the third pilot carrier to the level detector 107, and is outputted to the level detector 108, and bits other than a pilot carrier are outputted to the phase compensator 112, respectively.

[0034]Detect the level detectors 105-108, respectively, and the receiving level of each inputted pilot carrier the carrier selector 109, The receiving level used for phase rotation calculation of an input signal chooses good arbitrary carriers (here two carriers) from all the pilot carriers (here four carriers). This selection method is explained in full detail behind.

[0035]The equalization machine 110 computes the average value of each receiving level of the inputted signal of a plural series, and the arc tangent computing unit 111, Computing phase rotation by performing an arc tangent operation to the average value of the inputted receiving level, the phase compensator 112 compensates the phase rotation of an input signal based on the phase rotation which the arc tangent computing unit 111 computed.

[0036]Subsequently, operation of the OFDM communication device which has the above-mentioned composition is explained.

[0037]An input signal is changed into a digital signal by A/D converter 101, FFT processing is carried out by FFT circuit 102, and synchronous detection is performed by the synchronous detector 103.

[0038]As for the input signal by which synchronous detection processing was carried out, a pilot carrier is extracted by the pilot carrier extraction means 104, and the extracted pilot carrier is inputted into the level detectors 105-108 for every carrier. Input signals other than a pilot carrier, i.e., user data, are inputted into the phase compensator 112.

[0039]As for a pilot carrier, a receiving level is detected by the level detectors 105-108 for every carrier, and a carrier (here two carriers) with a good receive state is chosen by the carrier selector 109. This selection method is mentioned later. Equalizing processing of the receiving level of the selected carrier is carried out with the equalization machine 110.

[0040]To the average value of the receiving level of the selected pilot carrier which is an output of the equalization machine 110, by the arc tangent computing unit 111, an arc tangent operation

is performed and the phase rotation of an input signal is obtained.

[0041]As for the remainder of the input signal from which the pilot carrier was separated by the pilot carrier extraction means 104, i.e., user data, phase compensation according to the phase rotation which is an output of the arc tangent computing unit 111 is performed by the phase compensator 112.

[0042]Thus, in order to compute the phase rotation of an input signal using the receiving level of carriers other than the carrier with which the receiving level has fallen among the pilot carriers inserted in the sending signal according to this embodiment, The influence which frequency selective fading has on phase rotation calculation is removable.

[0043]Hereafter, the selection method of the pilot carrier in the carrier selector 109 is explained among the above-mentioned composition.

[0044]Since the role of the carrier selector 109 is that the receiving level of the pilot carrier in which the receiving level has fallen remarkably under the influence of frequency selective fading etc. is made not to be inputted into the equalization machine 110 as already stated, some of the method is considered.

[0045]Hereafter, the example of 1 composition of the carrier selector 109 is explained using drawing 2. In drawing 2, the subtractor 201 The inside of four pilot carriers, Subtraction treatment of the receiving level of the pilot carrier of eyes and the receiving level of the second pilot carrier is carried out most, a size judgment is carried out in the judgment part 202, and the selector 203 outputs the receiving level of a pilot carrier with a larger receiving level to the equalization machine 110 based on this decision result.

[0046]About the third pilot carrier and the fourth pilot carrier, similarly the subtractor 204, Subtraction treatment of the receiving level of the third pilot carrier and the receiving level of the fourth pilot carrier is carried out among four pilot carriers, Carrying out a size judgment in the judgment part 205, based on this decision result, the selector 206 outputs the receiving level of a pilot carrier with a larger receiving level to the equalization machine 110.

[0047]Thus, by making it output the one which adjoins each other in the receiving level of four pilot carriers, which compares two carriers at a time and where a receiving level is higher respectively, Since it can avoid inputting into an equalization machine, the carrier with which the receiving level fell can raise the accuracy of phase rotation calculation with simple composition.

[0048]Since it is the purpose that the carrier selector 109 removes the receiving level of the pilot carrier with which the receiving level has fallen remarkably from phase rotation calculation, Composition arbitrary besides the composition which chooses the two above-mentioned carrier can be taken, for example, the method of inputting into the equalization machine 110 only what carries out size comparison with arbitrary thresholds, respectively, and exceeds the receiving level of all the pilot carriers is also considered.

[0049]. Use only the receiving level of a pilot carrier with the largest receiving level as a carrier selection method in the carrier selector 109. If the selection method that the receiving level outputted from the carrier selector 109 of \*\* becomes a part for one carrier is set up, it can be considered as the structure of excluding the equalization machine 110.

[0050](Embodiment 2) After the OFDM communication device concerning this embodiment has the same composition as Embodiment 1, however carries out weighting, it uses the receiving level of all the pilot carriers for phase rotation calculation.

[0051]Hereafter, the OFDM communication device concerning this embodiment is explained using drawing 3. Drawing 3 is an important section block diagram showing the outline composition of the OFDM communication device concerning the embodiment of the invention 2.

The same numerals are given to the same composition as drawing 1, and detailed explanation is omitted.

[0052]Weighting of the receiving level of four pilot carriers detected by the level detectors 105-108 is carried out, and it is inputted into the arc tangent computing unit 111. Hereafter, this weighting is explained.

[0053]Each receiving level which is an output of the level detectors 105-108, Total of the receiving level of a pilot carrier is computed by summing processing being carried out by the adding machine 301, The rate over total of each receiving level is computed by each receiving level being  $\frac{1}{\text{sum}}$  (ed) by the receiving level sum with the divider 302, The rate over total of each receiving level takes the advantage of each receiving level with the multiplier 303, weighting according to the size of each receiving level is made, and the average value of the receiving level to which it was added by the adding machine 304, and weighting was added is acquired.

[0054]Thus, according to this embodiment, weighting according to the rate of the size of each receiving level is performed using the receiving level of all the pilot carriers, In order that the influence of the receiving level of a career with a large receiving level may be reflected greatly and the influence of the receiving level of a career with a small receiving level may compute the phase rotation of an input signal using the average receiving level reflected small, The influence which frequency selective fading has on phase rotation calculation can be reduced.

[0055]In the above-mentioned Embodiment 1 and Embodiment 2, although the case where the numbers of pilot carriers contained in an input signal were four careers was explained, cannot depend this invention and it can be applied to the number of pilot carriers. The phase rotation of the input signal whose calculation accuracy improved by application of this invention can also be used in addition to upper description poor phase compensation.

[0056]

[Effect of the Invention]As explained above, according to this invention, phase rotation exact also under frequency selective fading is computable.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The important section block diagram showing the outline composition of the OFDM communication device concerning the embodiment of the invention 1

[Drawing 2]The important section block diagram showing the example of 1 outline composition of the career selector of the OFDM communication device concerning the embodiment of the invention 1

[Drawing 3]The important section block diagram showing the outline composition of the OFDM communication device concerning the embodiment of the invention 2

[Drawing 4]The important section block diagram showing the outline composition of the conventional OFDM communication device

[Drawing 5]The mimetic diagram showing the outline composition of OFDM transmission and reception signals

[Description of Notations]

104 Pilot carrier extraction means

105 - 108 level detector

109 Career selector

110 Equalization machine



301 Adding machine  
302 Divider  
303 Multiplier  
304 Adding machine

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-165344  
(P2000-165344A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 J	11/00	H 0 4 J 11/00	Z 5 K 0 2 2
H 0 4 B	3/10	H 0 4 B 3/10	Z 5 K 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-336109

(22) 出願日 平成10年11月26日 (1998. 11. 26)

(71) 出願人 000003821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 須藤 浩章

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

(72) 発明者 今村 大地

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1  
号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100106050

弁理士 鷺田 公一

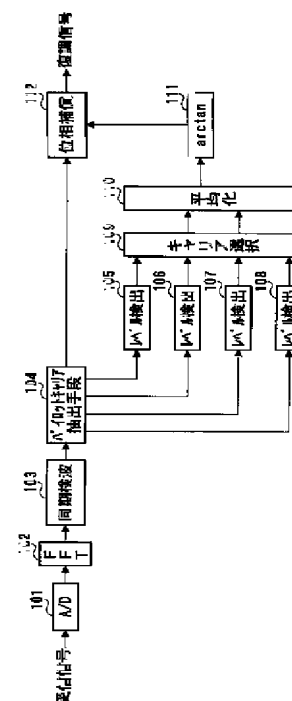
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDM通信装置

(57) 【要約】

【課題】 周波数選択性フェージング下でも正確な位相補償を行うこと。

【解決手段】 パイロットキャリア抽出手段104が受信信号中からパイロットキャリアを抽出し、キャリア毎に分け、レベル検出器105～108が各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109が周波数フェージング等の影響により受信レベルが落ち込んでいるパイロットキャリア以外のキャリアの受信レベルを平均化器110に出力し、平均化器110が平均化処理し、アークタンジェント演算器111が入力された受信レベルから受信信号の位相回転量を算出し、この位相回転量に基づいて位相補償器112が受信信号に対して位相補償を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項2】 前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とする請求項1記載のOFDM通信装置。

【請求項3】 前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択することを特徴とする請求項1記載のOFDM通信装置。

【請求項4】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備することを特徴とするOFDM通信装置。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする基地局装置。

【請求項6】 請求項1から請求項4のいずれかに記載のOFDM通信装置を具備することを特徴とする通信端末装置。

【請求項7】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

【請求項8】 OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み

付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出することを特徴とするOFDM通信装置の位相回転量算出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、OFDM通信装置に関し、特に移動体通信システムにおけるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】以下、図4から図5を用いて、従来のOFDM通信装置について説明する。図4は、従来のOFDM通信装置の受信系の概略構成を示す要部ブロック図であり、図5は、OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図である。

【0003】従来のOFDM通信装置では、受信信号は、A/D変換器401によってデジタル信号に変換され、FFT回路402によってFFT処理され、同期検波器403で同期検波が行われる。

【0004】受信信号は、図5に示すように、シンボル同期確立のために信号の先頭に配置されたパイロットシンボルの他に、受信信号に対して位相補償を行うためのパイロットキャリアが含まれている。ここでは、図5に示すように、4キャリア含まれているものとする。

【0005】このような構成を持つ受信信号は、パイロットキャリア抽出手段404によって、ビット毎に所定の出力がなされ、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器405へ出力され、以下同様に、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器406へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器407へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器408へ、パイロットキャリア以外のビット、すなわち受信信号中のユーザ・データに関するビットは位相補償器411へ、それぞれ出力される。

【0006】キャリア毎に別々のレベル検出器に入力されたパイロットキャリアは、レベル検出器405～408によってキャリア毎に受信レベルが検出され、平均化器409によって全パイロットキャリアの受信レベルの平均値が算出される。

【0007】平均化器409の出力である全パイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器410によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0008】パイロットキャリア抽出手段404によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器411によって、アークタンジェント演算器410の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

【0009】このように、従来のOFDM通信装置は、送信信号に挿入されたパイロットキャリアの平均受信レベルから受信信号の位相回転量を算出する。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のOFDM通信装置においては、以下の問題がある。すなわち、周波数選択性フェージング下では、特定周波数だけがフェージングの影響を受けるため、回線全体で受信レベルが落ちるのではなく、いずれかのパイロットキャリアの受信レベルのみがフェージングの影響により大きく落ち込むことが考えられる。このような場合に、全パイロットキャリアの受信レベルの平均値を取ると、算出結果は大きく落ち込んだキャリアの受信レベルに引きずられるため、受信レベルの検出精度が落ち、更には受信信号の位相回転量の検出精度が下がる。

【0011】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができるOFDM通信装置及びその位相回転量算出方法を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、周波数選択性フェージング等の影響によって受信レベルが著しく落ち込んだパイロットキャリアは、位相回転量算出に用いないことによって、位相回転量の算出精度を高めることである。

## 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の第1の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択するキャリア選択手段と、この選択されたキャリアの受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

【0014】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0015】本発明の第2の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段で選択されたキャリアの受信レベルを平均化する平均化部を有し、この受信レベルの平均値に基づいて前記位相回転量算出手段は前記受信信号の位相回転量を算出する構成を採る。

【0016】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの平均値から受信信号の位相回転量を算出するため、

周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0017】本発明の第3の態様に係るOFDM通信装置は、第1の態様において、前記キャリア選択手段は、前記抽出されたパイロットキャリアを所定のキャリア数単位に分離し、この各キャリア数単位の中で最も受信レベルが大きいキャリアをそれぞれ選択する構成を採る。

【0018】この構成によれば、簡易にパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリアを受信信号の位相回転量算出から除外することができるため、装置を簡素化することができる。

【0019】本発明の第4の態様に係る基地局装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出するパイロットキャリア抽出手段と、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出するレベル検出手段と、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行う重み付け手段と、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出する位相回転量算出手段と、を具備する構成を採る。

【0020】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0021】本発明の第5の態様に係る基地局装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

【0022】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0023】本発明の第6の態様に係る通信端末装置は、第1の態様から第4の態様のいずれかにおけるOFDM通信装置を具備する構成を採る。

【0024】この構成によれば、周波数選択性フェージングによる影響を除去することができるため、回線品質を良好に保つことができる。

【0025】本発明の第7の態様に係るOFDM通信方法は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、前記複数のパイロットキャリアの中から受信レベルが任意のしきい値を上回るキャリア又は相対的に受信レベルが大きいキャリアを選択し、この選択されたキャリアの受信レ

ベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0026】この構成によれば、パイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルに基づいて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0027】本発明の第8の態様に係るOFDM通信装置は、OFDM方式で無線送信された信号の受信信号中から複数のパイロットキャリアを抽出し、この抽出されたパイロットキャリアの各受信レベルを検出し、この検出されたキャリア毎の受信レベルに対して各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、この重み付けされた受信レベルに基づいて前記受信信号の位相回転量を算出するようにした。

【0028】この構成によれば、パイロットキャリアのうち、受信レベルが落ち込んでいるキャリアの受信レベルの影響は小さく、受信レベルが落ち込んでいないキャリアの受信レベルの影響は大きく、反映させた上で受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングによりいずれかのパイロットキャリアのみが著しく落ち込んでいる場合でもその影響を受けずに正確に受信信号の位相回転量を算出することができる。

【0029】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0030】（実施の形態1）本実施の形態に係るOFDM通信装置は、4つのパイロットキャリアのうち受信レベルの高い2キャリアだけを平均化し位相回転量を算出するものである。

【0031】以下、図1を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図1は、本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。

【0032】図1において、A/D変換器101は、受信信号をデジタル信号に変換し、高速フーリエ変換（FFT）器102は、デジタル信号に変換された受信信号に対してFFT処理を行い、同期検波器103は、FFT処理後の受信信号に対して同期検波処理を行う。

【0033】パイロットキャリア抽出手段104は、同期検波処理後の受信信号をビット毎に所定の出力、すなわち、一番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器105へ、二番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器106へ、三番目のパイロットキャリアのビットはレベル検出器107へ、四番目のパイロットキャリアはレベル検出器108へ、パイロットキャリア以外のビットは位相補償器112へ、それぞれ出力する。

【0034】レベル検出器105～108はそれぞれ、

入力された各パイロットキャリアの受信レベルを検出し、キャリア選択器109は、全パイロットキャリア（ここでは4キャリア）の中から受信信号の位相回転量算出に用いる受信レベルが良好な任意のキャリア（ここでは2キャリア）を選択する。この選択方法については後に詳述する。

【0035】平均化器110は、入力された複数系列の信号の各受信レベルの平均値を算出し、アークタンジェント演算器111は、入力された受信レベルの平均値に対してアークタンジェント演算を行って位相回転量を算出し、位相補償器112は、アークタンジェント演算器111の算出した位相回転量に基づいて受信信号の位相回転を補償する。

【0036】次いで、上記構成を有するOFDM通信装置の動作について説明する。

【0037】受信信号は、A/D変換器101によってデジタル信号に変換され、FFT回路102によってFFT処理され、同期検波器103で同期検波が行われる。

【0038】同期検波処理された受信信号は、パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが抽出され、抽出されたパイロットキャリアはキャリア毎にレベル検出器105～108に入力される。パイロットキャリア以外の受信信号、すなわちユーザ・データは位相補償器112へ入力される。

【0039】パイロットキャリアは、キャリア毎にレベル検出器105～108によって受信レベルが検出され、キャリア選択器109によって受信状態が良好なキャリア（ここでは2キャリア）が選択される。この選択方法については後述する。選択されたキャリアの受信レベルは、平均化器110によって平均化処理される。

【0040】平均化器110の出力である選択されたパイロットキャリアの受信レベルの平均値に対しては、アークタンジェント演算器111によってアークタンジェント演算が行われ、受信信号の位相回転量が得られる。

【0041】パイロットキャリア抽出手段104によってパイロットキャリアが分離された受信信号の残り、すなわちユーザ・データは、位相補償器112によって、アークタンジェント演算器111の出力である位相回転量に応じた位相補償が行われる。

【0042】このように、本実施の形態によれば、送信信号に挿入されたパイロットキャリアのうち受信レベルが落ち込んでいるキャリア以外のキャリアの受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を除去することができる。

【0043】以下、上記構成のうち、キャリア選択器109におけるパイロットキャリアの選択方法について説明する。

【0044】既に述べたように、キャリア選択器109

の役割は、周波数選択性フェージング等の影響により受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルが平均化器110に入力されないようにすることであるため、その方法はいくつか考えられる。

【0045】以下、図2を用いて、キャリア選択器109の一構成例を説明する。図2において、減算器201は、4つのパイロットキャリアのうち、一番目のパイロットキャリアの受信レベルと二番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部202において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ203は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0046】三番目のパイロットキャリアと四番目のパイロットキャリアについても同様に、減算器204は、4つのパイロットキャリアのうち、三番目のパイロットキャリアの受信レベルと四番目のパイロットキャリアの受信レベルとを減算処理し、判定部205において大小判定し、この判定結果に基づいてセクタ206は受信レベルが大きい方のパイロットキャリアの受信レベルを平均化器110に出力する。

【0047】このように、4つのパイロットキャリアの受信レベルを、隣り合う2キャリアずつ比較し、それぞれ受信レベルの高い方を出力するようにすることによって、受信レベルが落ち込んだキャリアは平均化器に入力されないようにすることができるため、簡素な構成で位相回転量算出の精度を高めることができる。

【0048】キャリア選択器109は、受信レベルが著しく落ち込んでいるパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出から除去することが目的であるため、上記2キャリアを選択する構成以外にも任意の構成を採ることができ、例えば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを任意のしきい値とそれぞれ大小比較し、上回るものだけを平均化器110に入力する、等の方法も考えられる。

【0049】なお、キャリア選択器109におけるキャリア選択方法として、受信レベルが最も大きいパイロットキャリアの受信レベルのみを用いる、等のキャリア選択器109から出力される受信レベルが一キャリア分となるような選択方法が設定されれば、平均化器110を省く構造とすることができる。

【0050】(実施の形態2) 本実施の形態に係るOFDM通信装置は、実施の形態1と同様の構成を有し、但し重み付けをした上ですべてのパイロットキャリアの受信レベルを位相回転量算出に用いるものである。

【0051】以下、図3を用いて、本実施の形態に係るOFDM通信装置について説明する。図3は、本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。なお、図1と同様の構成には同じ符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0052】レベル検出器105～108によって検出

された4つのパイロットキャリアの受信レベルは、重み付けされ、アークタンジェント演算器111に入力される。以下、この重み付けについて説明する。

【0053】レベル検出器105～108の出力である各受信レベルは、加算器301によって加算処理されてパイロットキャリアの受信レベルの総和が算出され、除算器302によって各受信レベルは受信レベル和によって除されて各受信レベルの総和に対する割合が算出され、乗算器303によって各受信レベルの総和に対する割合が各受信レベルに乗ぜられてそれぞれの受信レベルの大きさに応じた重み付けがなされ、加算器304によって加算されて重み付けが加えられた受信レベルの平均値が得られる。

【0054】このように、本実施の形態によれば、すべてのパイロットキャリアの受信レベルを用いて各受信レベルの大きさに応じた重み付けを行い、受信レベルが大きいキャリアの受信レベルの影響は大きく反映され、受信レベルが小さいキャリアの受信レベルの影響は小さく反映された平均受信レベルを用いて受信信号の位相回転量を算出するため、周波数選択性フェージングが位相回転量算出に及ぼす影響を低減することができる。

【0055】なお、上記実施の形態1及び実施の形態2においては、受信信号中に含まれるパイロットキャリア数が4キャリアの場合について説明したが、本発明はパイロットキャリア数に依らず適用することができる。又、本発明の適用により算出精度が向上した受信信号の位相回転量は、上記述べた位相補償以外に用いることもできる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、周波数選択性フェージング下でも正確な位相回転量を算出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図2】本発明の実施の形態1に係るOFDM通信装置のキャリア選択器の一概略構成例を示す要部ブロック図

【図3】本発明の実施の形態2に係るOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図4】従来のOFDM通信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図5】OFDM送受信信号の概略構成を示す模式図

【符号の説明】

104 パイロットキャリア抽出手段

105～108 レベル検出器

109 キャリア選択器

110 平均化器

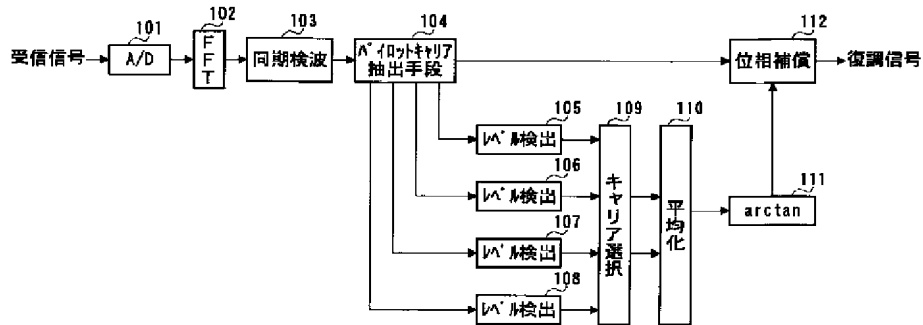
301 加算器

302 除算器

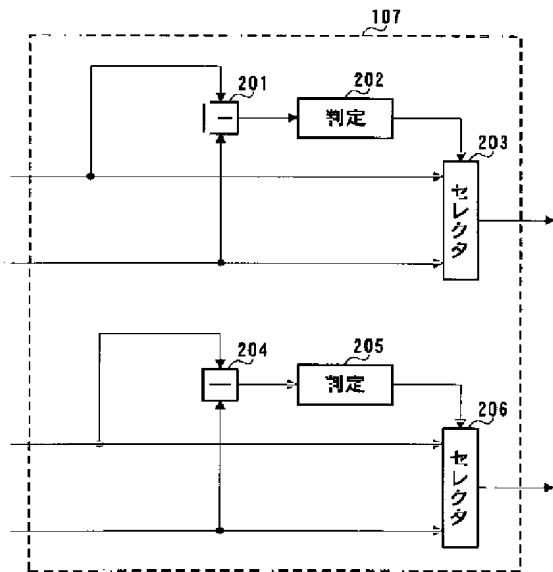
303 乗算器

304 加算器

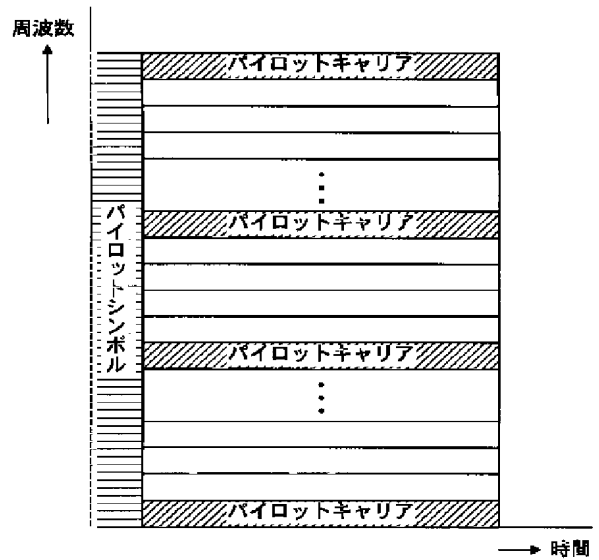
【図1】



【図2】



【図5】



【図4】

